

УДК 62-932.2

Разработка технологии стереолитографической печати с добавлением порошкового наполнителя

Галиновский Андрей Леонидович

galcomputer@mail.ru

SPIN-код: 2657-3929

Смирнов Дмитрий Дмитриевич^(*)

smirn.dmitri@gmail.com

SPIN-код: 2487-8690

Михайлов Александр Александрович

alexander_lev2002@mail.ru

SPIN-код: 7247-1585

Вовняков Алексей Олегович

vovnyakov02@mail.ru

SPIN-код: 2724-8608

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведено исследование существующих в промышленности методов получения изделий из порошковых материалов. Предложена альтернативная технология получения изделий из порошков. Поставлена задача определения основных возможностей печати с внедренным наполнителем. Представлены результаты экспериментов по засветке смеси фотополимерной смолы и механически внедренного наполнителя. Сделаны выводы о возможностях технологического процесса.

Ключевые слова: аддитивные технологии, стереолитографическая печать, порошковый наполнитель, фотополимерная смола, отверждение

Введение. Сегодня существует технология получения изделий путем прессования порошков и их последующего спекания. Наиболее распространенным способом прессования порошков является статическое прессование в жесткой пресс-форме. После этого детали проходят процесс спекания и калибровки. В настоящей работе предлагается альтернативный вариант получения изделий из порошковых материалов, основанный на стереолитографической печати и последующем спекании.

Методы и материалы; результаты. Наиболее распространенным способом прессования порошков является статическое прессование в жесткой пресс-форме, которое заключается в формовании деталей или заготовок из порошкового материала в стальной матрице стальными пуансонами. В дальнейшем происходит спекание деталей в печи при температуре 70–90 % температуры плавления [1]. Размеры и форма детали ограничены параметрами пуансона и формой оснастки. В данной работе предлагается получать green-модели на SLA-печати для последующего спекания. Процесс получения детали по предлагаемой технологии, следующий: добавление порошка наполнителя в смолу, печать детали, спекание детали в печи. Для определения технических возможностей были проведены эксперименты по засветке смеси порошков со смолой. Цель эксперимента: определить зависимость толщины слоя композиционного материала от времени засветки УФ-

излучением. Задачи: разная по времени засветка смолы с внедренным наполнителем, определение толщины полученных образцов, обработка результатов, подведение заключения.

В первом эксперименте использовалась фотополимерная смола, керамический и медный порошки — наполнители. Время засветки — от 0 до 30 секунд с шагом 5 секунд — для каждого времени засвечивались 3 партии изделий, по 50 штук в каждой. Измеряемым объектом являлись пластинки размером 10×10 мм, состоящие из полимеризованной смолы и наполнителя. В результате увеличения времени засветки росла толщина засвеченного слоя. Рост толщины слоя после некоторого времени прекращался и значения максимальной толщины уже не менялись при увеличении времени засветки [2], что можно объяснить снижением интенсивности излучения при прохождении сквозь вещество [3]. Для смеси медного порошка и фотополимерной смолы — после 5 секунд засветки. Для смеси керамического порошка и фотополимерной смолы — после 20 секунд засветки. Медианные значения толщин слоев для меди и керамики после прекращения роста составили около 137 мкм и около 353 мкм соответственно (см. таблицу).

Толщины отвержденных слоев, мкм

Наполнитель	Время засветки, с					
	5	10	15	20	25	30
Керамика	174	259	296	350	356	353
Медь	127	139	137	137	117	167

Заключение. Полученные результаты эксперимента могут быть применены в дальнейшем при разработке техпроцесса. Процент неповрежденных пластинок возрастает при увеличении времени засветки. Разработанная на этой основе технология может стать альтернативой уже существующим способам получения изделий из порошковых материалов.

Список источников

- [1] Кузнецов П.А., Просторова А.О., Кузнецов Р.В. *Технология обработки давлением порошковых материалов в жестких пресс-формах*. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2022, 50 с.
- [2] Вовняков А.О., Смирнов Д.Д., Михайлов А.А. *Программа для расчета оптимальных параметров фотополимерной печати*. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025664457 РФ, 2025.
- [3] Федулов Б.Н. Моделирование отверждения фотополимера. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика*, 2024, № 2, с. 53–58. <https://doi.org/10.15593/perm.mech/2024.2.06>